Aus den seminaristischen Uebungen für pathologische Physiologie
an der Universität Berlin
Leiter: Prof. Dr. Adolf Bickel

Experimentelle Untersuchungen über die Wirkung einer kleinen Cystinzulage zur Nahrung bei qualitativer Eiweißunterernährung auf den Stoffwechsel

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung der Medizinischen
Doktorwürde an der Friedrich-
Wilhelms-Universität zu Berlin

Vorgelegt von
Katharina Klapper
aus Kiel (Schleswig-Holstein)

Tag der Promotion: 3. Mai 1937

Buchdruckerei Hanns Miehel, Berlin NW 7, Marienstraße 1

M 53

Gedruckt mit Genehmigung
der
Medizinischen Fakultät der Universität Berlin

*

Dekan: Prof. Dr. Siebeck
Referent: Prof. Dr. Bickel
Korreferent: Prof. Dr. v. Bergmann

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Bekanntlich ist der ernährungsphysiologische Wert unterschiedlicher Eiweißkörper vielfach ein durchaus verschiedener. Für den Baustoffwechsel war das seit Hopkins Untersuchungen im Jahre 1906 bekannt. Für den Betriebsstoffwechsel ist das zuerst von Bickel und seinen Schülern in den letzten Jahren nachgewiesen worden. Es gibt Eiweiße, die als Nahrungseiweiß das Wachstum schlecht, andere, die es besser und wieder andere, die es vortrefflich fördern. In der Regel ist auch von den letzteren eine etwas kleinere Menge erforderlich, das N-Gleichgewicht zu unterhalten, als von den übrigen. Im Betriebsstoffwechsel zeigt sich der unterschiedliche Charakter und auch Wert der einzelnen Eiweiße, wenn sie das Nahrungseiweiß darstellen, nicht an der Beeinflussung des Lungengaswechsels, d. h. nicht an der Größe und dem Ablauf der spezifisch dynamischen Wirkung, die allen Eiweißkörpern in praktisch gleichem Umfange zukommt, sondern vielmehr an der Herstellung einer bestimmten Oxydationslage des Körpers, die an der Lage der Harnquotienten C : N und Vakat — O : N erkannt wird.

Es ist nun nicht so, daß zwischen der Art der Wachstumsbeeinflussung (Baustoffwechsel) und der Erzeugung einer bestimmten Oxydationslage ein strenger Parallelismus besteht. Gewiß unterhalten die das Wachstum am besten fördernden Eiweiße (Milch-, Eier- und Fleischeiweiß) eine Oxydationslage, bei der das zur Verbrennung gelangende Material auch energetisch sehr vollständig (niedriger Harnquotientenwert!) ausgenutzt wird, während die das Wachstum weniger günstig beeinflussenden Eiweiße (vegetabilische Eiweiße)*) meist eine Oxydationslage nach sich ziehen, bei der die energetische Ausnutzung des Materials unvollständiger ist (hoher Harnquotientenwert!).

---

*) Der Gehalt einer Pflanze an Eiweiß von einer höheren oder geringeren biologischen Wertigkeit, bezogen auf die chemische Zusammensetzung, besonders auf den Gehalt an Tryptophan, Cystin und einige andere Aminosäuren, ist nach den Arbeiten von Iwanow (1) im Institut für allgemeine Botanik neben der Artspezifität auch abhängig von ihrem Standort und seinen Bedingungen. Auch die Qualität der tierischen Eiweiße richtet sich neben ihrer wachstumsfördernden Fähigkeit auch nach ihrem mehr oder minder begünstigenden Einfluß auf Lactation, Fleischzunahme und Vermehrung. Ganz und gar minderwertige Eiweiße wie z. B. nach den Untersuchungen von Abderhalden und Manoliu (2) eines der Leim ist, schneiden in allen Wirkungen schlecht ab. So gibt es Autoren, wie S. Perow (3), die eine neue einheitliche Klassifikation der Eiweiße an-

Andererseits haben aber gerade Untersuchungen, die im hiesigen Laboratorium in den letzten Monaten ausgeführt wurden, gezeigt, daß z. B. das relativ gut wachstumsfördernde Kleieeiweiß, wie das Kartoffeleiweiß eine recht hohe Harnquotientenlage hervorbringen, während die das Wachstum sehr ungünstig beeinflussende Gelatine als animalisches Eiweiß eine niedrige Harnquotientenlage bewirkt. Ziemlich niedrig liegt auch der Harnquotientenwert, wenn Weizeneiweiß das Nahrungseiweiß ist, das auch seinerseits eine nicht allzuschlechte Wachstumsförderung erkennen läßt.

Man sieht also, daß es von unterschiedlichen konstruktiven Eigenschaften im Eiweißmolekül abhängen muß, ob ein Eiweiß als Nahrungseiweiß das Wachstum besser oder schlechter fördert, oder ob ein Eiweiß als Nahrungseiweiß diese oder jene Oxydationslage im Körper schafft. Die Eigenschaft des Moleküls, die die Wachstumswirkung bestimmt, ist nicht dieselbe, wie diejenige, die die Oxydationslage des Körpers prädestiniert.

Nun hat man bekanntlich beobachtet, daß die Wachstumswirkung eines Eiweißes in einem gewissen lockeren Zusammenhang mit seinem Gehalt an Cystin und Tryptophan, besonders aber auch an Lysin und noch einigen anderen Aminosäuren steht. Man hat gesehen, daß z. B. Zulage von Cystin, Tryptophan oder Lysin zu einem das Wachstum ungünstig beeinflussenden Eiweiß (4) die Wirkung desselben auf das Wachstum verbessert. Da lag nun der Gedanke nahe, daß vielleicht auch Zulage derartiger Aminosäuren zu einem Eiweiß, das eine hohe Harnquotientenlage unterhält, die Harnquotientenlage senken könnte. Es würde dann z. B. möglich sein, ein pflanzliches Eiweiß, dem eine hohe Harnquotientenlage anhaftet, durch Zulage derartiger Aminosäuren dem tierischen Eiweiß anzunähern, um eine derartige Harnquotientenlage zu erhalten.

Die ersten derartigen Versuche haben Laclau, Marenzi und Brain (5) gemacht. Sie gingen davon aus, daß Casein ein relativ cystinarmes Eiweiß darstellt, das seine Hochwertigkeit im Wachstumsversuch vor allem seinen hohen Tryptophangehalt — neben anderen Faktoren — verdanken dürfte. Um nun die Nahrung sehr cystinarm zu gestalten, bereiteten diese Autoren für ihre Versuchstiere, nämlich weiße Ratten, ein Futter, das enthielt:

---

streben und dem Wert der einzelnen Eiweiße deren „Eiweißsäure", d. h. die Ionenfunktion zugrunde legen. Er hat z. B. bei der Titration der „Caseinsäure" die Zahl — 8,2 erhalten, was bedeuten würde, daß die Ionenfunktion des Caseins leicht „alkalisch" ist. Daß aber die „Eiweißsäure" nicht das biologische Kriterium für die betreffenden Eiweißstoffe ist, geht aus den Untersuchungen im hiesigen Laboratorium hervor, nach denen der Hafer einen hohen, die Erbse einen niedrigen, der Weizen einen noch niedrigeren und das Casein einen ganz niedrigen Quotientenstand haben, wodurch sich die verschiedene Qualität des Nahrungseiweißes im Betriebsstoffwechsel ausdrückt. Auch die Wachstumsversuche mit Erbse, Weizen, Casein fallen ungleich aus.

12 % Milchpulver, d. h. ca. 2,8 % Milcheiweiß, da in 100 g Trockenmilch im Mittel 23,5 g Eiweiß enthalten sind, 1 % Kabeljaulebertran, 2 % trockene Bierhefe, 83 % Stärke, 2 % Salzgemisch nach Osborn und Mendel.

Diese Nahrung war mit ca. 2,8 % Eiweiß äußerst eiweißarm. Es handelte sich also bei den Versuchen der französischen Autoren um eine hochgradige quantitative Eiweißunterernährung, bei der hinsichtlich seiner Wachstumsförderung biologisch höchstwertiges Milcheiweiß, von allerdings niedrigem Cystingehalt, gegeben wurde. Eine solche quantitative Eiweißunterernährung bedingt aber an sich schon eine erhöhte Harnquotientenlage nach Bickel (6).

In der Tat fanden auch Laclau, Marenzi und Brain bei ihren derart gefütterten Ratten, die wahlfrei beliebige Mengen von dem genannten Futter fressen konnten, eine leidlich hohe Harnquotientenlage für C : N = 0,96 im Mittel bei sieben Tieren und 15 Analysen. Bei einer zweiten Gruppe von weißen Ratten, die das gleiche Futter, wie die erste Gruppe, aber unter Zulage von 0,25 % Cystin erhielt, fanden sie für C : N im Mittel den Wert 0,54, und zwar bei acht Tieren und 15 Analysen.

Da aber bei diesen Versuchen die Harnquotientenkorrektor durch das Cystin sich auf die Störungen beziehen konnte, die durch die quantitative Eiweißunterernährung gegeben war, erschien es wünschenswert, die Versuche der französischen Forscher so zu modifizieren, daß die Quantität des Nahrungseiweißes genügend und daß ausschließlich seine Qualität ungenügend war.

In dieser Richtung arbeitete im hiesigen Laboratorium Rahmsdorf (7). Er verfütterte als Eiweißträger in der Nahrung: Linsenmehl. Das Nahrungsgemisch enthielt ca. 18 % Eiweiß. Als nun pro Tag und Tier zusätzlich 0,1 g Cystin bei im übrigen gleicher Grundnahrung zugelegt wurden, stiegen die Harnquotienten deutlich an. Es war also bei den Rahmsdorfschen Versuchen mit den Cystinzulagen der umgekehrte Effekt erzielt worden, als wie ihn Laclau, Marenzi und Brain, allerdings unter anderen Versuchsvoraussetzungen, gesehen hatten.

Diese Autoren hatten das gesamte Futter mit 0,25 % Cystin, Rahmsdorf aber mit 0,18 % Cystin angereichert. Bei letzterem erhielt jedes einzelne Tier täglich de facto 0,1 g Cystin zu fressen. In den Rahmsdorfschen Versuchen bekam zweifellos jedes Tier sehr viel mehr Cystin, als bei den Versuchen der französischen Autoren; denn eine Ratte frißt nicht täglich 100 g Futter, berechnet auf die Trockensubstanz, vollständig auf.

Rahmsdorf hatte als Eiweißträger der Nahrung das Linseneiweiß gewählt, weil dieses nach Kasper (8) eine etwas erhöhtere Harnquotientenlage bewirkt, als Casein.

Nun war der Gedanke naheliegend, zunächst zu untersuchen, wie sich bei einer reinen qualitativen Eiweißunterernährung eine zusätzlich kleine Cystingabe auf die Oxydationslage auswirkt. Diese Versuche habe ich ausgeführt und will im folgenden darüber berichten.

Entsprechend den Rahmsdorfschen Versuchen war der Träger des Nahrungseiweißes im Futter für meine zehn weißen Ratten das Linsenmehl. Die Nahrung enthielt ca. 11 % Eiweiß, und jedes Tier bekam täglich etwa 41 Kalorien. In bestimmten Versuchsperioden wurde zur Bereitung dieser Grundnahrung ein Linsenmehl benutzt, das mit 0,25 % l-Cystin vorher angereichert war. Die Nahrung wurde dabei bei Berechnung auf ihre gesamte Trockensubstanz mit 0,087 % l-Cystin angereichert. Jedes Tier erhielt somit täglich 0,0075 g l-Cystin. Ich gab jedem Tier nicht einmal den zehnten Teil der Cystindosis, die Rahmsdorf gab.

Im einzelnen waren die Versuche so angeordnet, daß in zwei Sammelstoffwechselkäfigen je fünf, annähernd gleich schwere weiße Ratten gehalten wurden; das einzelne Tier hatte ein mittleres Körpergewicht von 180 g. Während des ganzen Versuches blieb das Körpergewicht der Tiere auf annähernd gleicher Höhe.

In der 24stündigen Harnmenge wurde der Kohlenstoff nach der Methode von Niclaux-Osuka, der Vakat-O nach der von H. Müller-Kanitz, und der Stickstoff nach der Kjeldahlschen Halbmikromethode bestimmt.

Bei der Methode der Bestimmung des Kohlenstoffs in biologischen Flüssigkeiten (9) handelt es sich zunächst darum, daß ein Gemisch von Kaliumbichromat, konz. Schwefelsäure und Silberbichromat eine nasse Oxydation der organischen Substanz veranlaßt, nachdem zuvor das Wasser von wasserfreiem Natriumsulfat aufgenommen worden ist. Unter vermindertem Druck absorbiert vorgelegte 2/n Kalilauge in einer Glasbirne die anfallende Kohlensäure. Durch zweifache Umsetzung wird Kaliumkarbonat in Bariumkarbonat verwandelt, das sich mit Hilfe einer Zentrifuge von der Lauge gut abtrennen läßt. Nach zweimaliger Waschung wird Bariumkarbonat in einer genau abgemessenen Menge n/10 Salzsäure gelöst und gekocht, um die eventuell ungelösten Stoffe noch in der Wärme zu lösen. Die durch Titration mit n/10-Lauge aus einer Mikrobürette ermittelte Salzsäure ist die, die zur Lösung von Bariumkarbonat nicht verbraucht wurde. Mit der n/10-Lauge und Säure erhalte ich für meine Bestimmungen hinreichend genaue Werte. Durch den Kohlendioxydgehalt der Luft des Arbeitsraumes und durch den der Reagenzien wird ein Korrekturfaktor nach Nicloux von 0,15 Kubikzentimeter n/10-Säure nötig. Die Berechnung erfolgt nach der Formel: $(-[N-n]--0{,}15)\cdot 0{,}6 = mg$ Kohlenstoff pro Kubikzentimeter der betreffenden biologischen

Flüssigkeit; wobei N die Anzahl der Kubikzentimeter ist, die zur Lösung von Bariumkarbonat vorgelegt wurden und n ist die Anzahl der Kubikzentimeter, die zurücktitriert wurden. N—n sind dann die von dem Bariumkarbonat zur Lösung verbrauchten Kubikzentimeter Salzsäure. Einem Kubikzentimeter n/10-Salzsäure entspricht 0,6 mg Kohlenstoff; es müssen daher die Kubikzentimeter, die nach Abzug der Korrektur von Bariumsulfat verbraucht wurden, mit 0,6 multipliziert werden, um die Menge Kohlenstoff zu finden, die in der zur Analyse gebrachten Menge biologischer Flüssigkeit enthalten ist.

Die Vakat-0-Bestimmung, d. h. die Bestimmung der Menge Sauerstoff, die zur vollständigen Oxydation der im Harn ausgeschiedenen Substanz erforderlich ist, erfolgt nach der von H. Kanitz (10) beschriebenen abgeänderten Müllerschen Methode, die eine Halbmikromethode ist. Notwendige Reagenzien sind: Reine konzentrierte Schwefelsäure, spez. Gewicht 1,48; n/10 Thiosulfatlösung, reines Kaliumjodat, n/10 Silbernitratlösung, 20 %ige Kaliumchromatlösung, 1 %ige Stärkelösung und reines Jodkalium. Für die Oxydation des Harns wurden 1 ccm Harn und 5 ccm eines Kaliumjodat-Schwefelsäuregemisches in einen Rundkolben mit 100 ccm Fassungsvermögen und eingeschliffenem Rückflußkühler nach einer Zugabe einer Glasperle 30 Minuten gekocht. Das Kaliumjodat-Schwefelsäuregemisch wurde durch Mischen von 3 g reinem Kaliumjodat mit 20 ccm Wasser in einem Meßkolben von 100 ccm Inhalt hergestellt. Diese Lösung wird mit konzentrierter Schwefelsäure bis zu 100 ccm aufgefüllt. Zur Bestimmung des Jodatgehaltes werden nach dem Erkalten 5 ccm entnommen, mit destilliertem Wasser verdünnt, mit festem Jodkalium bis zu einer klaren rotbraunen Lösung versetzt und das in Lösung befindliche Jod titriert. Zur Analyse wird 1 ccm Harn mit 5 ccm des hergestellten und titrierten Gemisches versetzt und zwecks vollständiger Oxydation 30 Minuten gekocht. Nach dem Abkühlen wird mit dem doppelten Volumen Wasser verdünnt und zur Vertreibung des gelösten Jods noch bis zum Farbloswerden gekocht. Dann wird gut abgekühlt und nach Zugabe einiger Jod-Kaliumkristalle das unverbrauchte Kaliumjodat zurücktitriert. Aus dem Jodverbrauch wird der zur Oxydation verbrauchte Sauerstoff berechnet. Nachdem nun noch der Chlorgehalt des Harns nach der Methode von Mohr bestimmt ist, kann man den Vakat-0 des Harns berechnen.

Die Stickstoffbestimmung nach der Kjeldahlschen Halbmikromethode wird folgendermaßen gemacht: Von dem ursprünglichen Harn gibt man 1 ccm in den Kjeldahl-Kolben, dazu je nach der Flüssigkeitsmenge 1—4 ccm konzentrierte Schwefelsäure und 5 Tr. einer 10 %igen Kupfersulfatlösung, sowie eine Glasperle zur Vermeidung des Siedeverzugs. Der Aufschluß dauert ½ bis 2 Stunden, bis die Lösung hellgrün ist und nach dem Erkalten in eine weiße Farbe übergeht; zuvor wird mit etwa 10 ccm aqua. dest.

verdünnt, mit Natronlauge übersättigt und in eine Vorlage mit n/10 Salzsäure destilliert. Nach 15—20 Minuten wird mit n/10 Normal-Natriumlauge titriert und die abgelesenen Kubikzentimeter n/10-Lauge werden von den vorgelegten Kubikzentimetern n/10-Säure abgezogen. Die dann erhaltene Zahl mit 1,4 (dem Faktor für Stickstoff) multipliziert, und der dann erhaltene Wert ist die Menge mg Stickstoff auf 1 ccm Harn.

Der Harn war stets frei von Zucker und Eiweiß. Die Berechnung der Periodendurchschnittsquotienten C : N und Vakat-O : N geschah durch Division der Summen von C, Vakat-O und N der Harne einer Periode (vergleiche die Tabellen auf Seite 11 und 13), wie folgende Übersichtstabelle zeigt, in der alle Zahlen sich auf fünf Tiere und einen Tag als Mittelwert je einer Periode beziehen. Die Werte für Harn-N und Kot-N sind in ihrer Berechnung aus den Tabellen auf Seite 12 und 14 ersichtlich.

Periode	Mittl. Körpergew. in g	Nahrg. N in g	Kot-N in g	Harn-N in g	N-Bilanz	C : N	Vakat-O : N
Versuchsgruppe A (5 Ratten).							
1	895	3,925	0,448	2,737	+ 0,740	0,943	1,401
2	896	3,947*	0,523	2,100	+ 1,324	1,174	1,498
3	906	3,947*	0,634	2,722	+ 0,591	1,113	1,581
4	904	3,925	0,618	2,722	+ 0,585	0,963	1,313
Versuchsgruppe B (5 Ratten).							
1	881	3,925	0,465	2,712	+ 0,748	0,939	1,268
2	883	3,947*	0,594	2,164	+ 1,189	1,172	1,442
3	906	3,947*	0,626	2,773	+ 0,548	1,115	1,581
4	908	3,925	0,593	2,773	+ 0,559	0,976	1,336

Die Zusammensetzung des täglichen Futters war für zehn Tiere folgende:

Linsenmehl	30,0 g
Schweineschmalz	15,0 g
Zucker	10,0 g
Kartoffelstärke	30,0 g
Salzgemisch	1,0 g
Zitronensaft	1,0 ccm
Leitungswasser	650,0 ccm

In der zweiten und dritten Versuchsperiode wurde die Nahrung mit einem Linsenmehl zubereitet, dem 0,25 % reines l-Cystin sorgfältig zugemischt worden war; es waren zu diesem Zwecke je 210 g Linsenmehl mit 0,525 g l-Cystin sehr sorgfältig gleichmäßig durchgemengt worden. Die Nahrung wurde zu einem mäßig konsistenten Brei gekocht, der nach dem Erkalten den Zitronensaft als Zusatz erhielt.

*) In diesen Perioden bestand der Nahrungsstickstoff aus 3,925 g Linseneiweiß-N und 0,022 g l-Cystin-N.

In der Tabelle auf Seite 8 sind, wie schon gesagt wurde, die Ergebnisse nach Maßgabe der Periodenwerte für je fünf Tiere zusammengestellt. Jede Periode dauerte fünf Tage. Vor der ersten Periode und zwischen je zwei aufeinanderfolgenden Perioden lagen immer zwei Tage, an denen die Tiere bereits mit dem Futter, das sie in der folgenden Periode erhielten, vorgefüttert wurden, damit sich ihr Stoffwechsel bei Eintritt in die Periode der Analysentage bereits den hier verlangten Ernährungsbedingungen angepaßt hatte. Analysiert wurde an diesen beiden Tagen der Vorfütterung niemals. Jede Zahl bei jeder Versuchsgruppe in der obigen Tabelle bezieht sich auf fünf Tiere und fünf Tage. Die Körpergewichtsbestimmungen und Harnanalysen wurden täglich, die Kotanalysen periodenweise gemacht.

Das Ergebnis meiner Versuche ist eindeutig:

1. In beiden Versuchsserien bewirkte die sich über zwei Perioden erstreckende Cystinzulage eine vorübergehende, auf die erste Periode der Zulage beschränkte Verstärkung der Positivität der an sich schon positiven Stickstoff-Bilanz. Es wurde dabei vorübergehend nicht nur eine der zugelegten N-Menge von 0,022 g entsprechende, sondern darüber hinaus noch über ein halbes Gramm Stickstoff des Linseneiweißes zusätzlich retiniert; aber diese die Stickstoff-Retention begünstigende Cystinwirkung war, wie gesagt, nur vorübergehender Natur, auch wenn Cystin weiter gegeben wurde.

2. Ferner ergibt sich aus meinen Experimenten, daß bei quantitativ genügender Zufuhr von biologisch für den Baustoffwechsel unterwertigem Eiweiß eine positive Stickstoff-Bilanz unterhalten werden kann.

3. Endlich geht aus meinen Versuchen hervor, daß während der ganzen Dauer der Cystinzulage die Harnquotienten C : N und Vakat-O : N deutlich über dem Niveau liegen, welches sie in den korrespondierenden Perioden Nr. 1 und 4 haben. Das bedeutet, daß bei einer rein qualitativen Eiweißunterernährung, bei der das biologisch minderwertige Eiweiß in ausreichender Menge gegeben wird, auch sehr kleine Cystinzulagen, die durch das biologisch minderwertige Eiweiß an sich schon unterhaltene hohe Lage der Harnquotienten nicht erniedrigen, sondern obendrein steigern. Mit anderen Worten heißt das: Durch die qualitative Eiweißunterernährung bestand in meinen Versuchen eine deutlich herabgesetzte Oxydation im intermediären Stoffwechsel, die durch kleine Cystingaben nicht beseitigt werden konnte. Dagegen konnte in den Versuchen von Laclau, Marenzi und Brain, wo es sich um eine Ernährung mit biologisch hochwertigem Eiweiß handelte, das zugegebene Cystin im Körper eine Art Vermittlerrolle spielen, konnte sich gewissermaßen als Katalysator auswirken und die durch quanti-

tative Eiweißunterernährung bedingte allgemeine Herabsetzung der Oxydation im intermediären Stoffwechsel aufheben.

In Verbindung mit den in der Arbeit erwähnten Versuchen von Rahmsdorf, der den gleichen Befund wie ich unter sonst entsprechenden Versuchsbedingungen bei großen Cystingaben erhob, ergibt sich, daß die durch rein qualitative Eiweißunterernährung bedingte erhöhte Harnquotientenlage durch Cystingaben, praktisch jeder Dosierung, nicht redressierbar ist.

Tabelle I. Käfig I. 5 Tiere.

Versuchstag Nr.	Körpergewicht g	Harnmenge ccm	Harn-C mg	Harn-Vacat-O mg	Harn-N mg	C : N	O : N	O : C
1. Versuchswoche. Dauer: 5 Tage!								
1	898	160	489,6	630,4	555,2	0,881	1,135	1,287
2	888	180	581,4	730,8	606,6	0,958	1,204	1,256
3	888	150	516,0	789,0	546,0	0,945	1,445	1,529
4	904	160	508,8	796,8	531,2	0,957	1,500	1,566
5	897	150	487,5	789,0	498,0	0,978	1,584	1,618
Periodendurchschnittswerte:			516,6	767,2	547,4	0,943	1,401	1,485
2. Versuchswoche. Dauer: 5 Tage!								
6	897	160	507,2	601,6	460,8	1,100	1,305	1,186
7/8	1790	320	892,8	1004,8	739,2	1,207	1,359	1,125
9	886	180	543,6	748,8	473,4	1,148	1,581	1,377
10	908	160	521,6	793,6	427,2	1,220	1,857	1,521
Periodendurchschnittswerte:			493,0	629,7	420,1	1,174	1,498	1,277
3. Versuchswoche. Dauer: 5 Tage!								
11	908	180	498,6	626,4	473,4	1,053	1,323	1,256
12	891	190	528,2	761,9	475,0	1,112	1,604	1,442
13	913	170	508,3	783,7	469,2	1,083	1,670	1,541
14	903	165	511,5	673,2	427,3	1,197	1,575	1,316
15	917	170	578,0	884,0	513,4	1,125	1,721	1,529
Periodendurchschnittswerte:			524,9	745,8	471,6	1,113	1,581	1,420
4. Versuchswoche. Dauer: 5 Tage!								
16	894	200	472,0	636,0	540,0	0,874	1,177	1,347
17	906	180	547,2	705,6	588,6	0,929	1,198	1,289
18	914	175	549,5	791,0	551,3	0,996	1,434	1,439
19	907	200	582,0	864,0	598,0	0,973	1,445	1,484
20	900	230	471,5	577,6	443,9	1,062	1,301	1,225
Periodendurchschnittswerte:			524,4	714,8	544,3	0,963	1,313	1,363

N-Resorptions- und Retentionswerte bei 5 Tieren an 5 bzw. 6 Versuchstagen.

Käfig I.

1. Woche: 3,925 g N an 5 Tagen für 5 Tiere!

5 Tiere an 5 Tagen	Nahrungs-N	+ 3,925
„ „ „	Kot-N	— 0,448
„ „ „	N-Resorption	+ 3,477
„ „ „	Harn-N	— 2,737
„ „ „	N-Retention	+ 0,740

2. Woche: 3,925 g N plus 0,022 g Cystin-N an 5 Tagen für 5 Tiere!

5 Tiere an 5 Tagen	Nahrungs-N	+ 3,947
„ „ „	Kot-N	— 0,523
„ „ „	N-Resorption	+ 3,424
„ „ „	Harn-N	— 2,100
„ „ „	N-Retention	+ 1,324

3. Woche: 3,925 g N plus 0,022 g Cystin-N an 5 Tagen für 5 Tiere!

5 Tiere an 5 Tagen	Nahrungs-N	+ 3,947
„ „ „	Kot-N	— 0,634
„ „ „	N-Resorption	+ 3,313
„ „ „	Harn-N	— 2,722
„ „ „	N-Retention	+ 0,591

4. Woche: 3,925 g N an 5 Tagen für 5 Tiere!

5 Tiere an 5 Tagen	Nahrungs-N	+ 3,925
„ „ „	Kot-N	— 0,618
„ „ „	N-Resorption	+ 3,307
„ „ „	Harn-N	— 2,722
„ „ „	N-Retention	+ 0,585

Tabelle II: Käfig II. 5 Tiere.

Versuchstag Nr.	Körpergewicht g	Harnmenge ccm	Harn-C mg	Harn-Vacat-O mg	Harn-N mg	C:N	O:N	O:C
1. Versuchswoche. Dauer: 5 Tage!								
1	878	140	474,6	616,0	539,0	0,880	1,142	1,297
2	874	150	534,0	697,5	573,0	0,931	1,217	1,306
3	874	140	477,4	700,0	502,6	0,949	1,392	1,466
4	895	210	585,9	682,5	600,6	0,975	1,136	1,164
5	887	140	476,0	744,8	497,0	0,957	1,498	1,564
Periodendurchschnittswerte:			509,6	688,1	542,4	0,939	1,268	1,350
2. Versuchswoche. Dauer: 5 Tage!								
6	888	170	496,4	571,2	457,3	1,085	1,249	1,150
7/8	1740	350	959,0	1071,0	766,5	1,251	1,397	1,116
9	885	200	588,0	778,0	490,0	1,200	1,587	1,323
10	905	180	610,2	844,2	450,0	1,356	1,876	1,383
Periodendurchschnittswerte:			530,7	652,9	452,7	1,172	1,442	1,230
3. Versuchswoche. Dauer: 5 Tage!								
11	905	200	534,0	630,0	504,0	1,059	1,250	1,179
12	900	200	550,0	736,0	492,0	1,117	1,495	1,338
13	906	190	530,1	824,6	478,8	1,107	1,722	1,555
14	908	190	526,3	775,2	446,5	1,178	1,736	1,472
15	911	180	561,6	864,0	500,4	1,122	1,726	1,538
Periodendurchschnittswerte:			540,4	765,9	484,3	1,115	1,581	1,417
4. Versuchswoche. Dauer: 5 Tage!								
16	898	220	523,6	704,0	585,2	0,894	1,203	1,344
17	907	190	594,7	807,5	611,8	0,972	1,319	1,357
18	915	175	488,2	673,7	514,5	0,948	1,309	1,517
19	914	200	614,0	932,0	632,0	0,971	1,474	1,379
20	908	240	487,2	588,0	429,6	1,134	1,345	1,207
Periodendurchschnittswerte:			541,5	741,0	554,6	0,976	1,336	1,370

N-Resorptions- und Retentionswerte bei 5 Tieren an 5 bzw. 6 Versuchstagen.

Käfig II.

1. Woche: 3,925 g N an 5 Tagen für 5 Tiere!

5 Tiere an 5 Tagen	Nahrungs-N	+ 3,925
„ „ „	Kot-N	— 0,465
„ „ „	N-Resorption	+ 3,460
„ „ „	Harn-N	— 2,712
„ „ „	N-Retention	+ 0,748

2. Woche: 3,925 g N plus 0,022 g Cystin-N an 5 Tagen für 5 Tiere!

5 Tiere an 5 Tagen	Nahrungs-N	+ 3,947
„ „ „	Kot-N	— 0,594
„ „ „	N-Resorption	+ 3,353
„ „ „	Harn-N	— 2,164
„ „ „	N-Retention	+ 1,189

3. Woche: 3,925 g N plus 0,022 g Cystin-N an 5 Tagen für 5 Tiere!

5 Tiere an 5 Tagen	Nahrungs-N	+ 3,947
„ „ „	Kot-N	— 0,626
„ „ „	N-Resorption	+ 3,321
„ „ „	Harn-N	— 2,773
„ „ „	N-Retention	+ 0,548

4. Woche: 3,925 g N an 5 Tagen für 5 Tiere!

5 Tiere an 5 Tagen	Nahrungs-N	+ 3,925
„ „ „	Kot-N	— 0,593
„ „ „	N-Resorption	+ 3,332
„ „ „	Harn-N	— 2,773
„ „ „	N-Retention	+ 0,559

Literatur.

(1) Iwanow, Biochem. Zeitschr. 250, 430—47. 1932.
(2) Abderhalden, Manoliu, Zeitschr. f. physiolog. Chemie Bd. 65, 336. 1910.
(3) S. Perow, Chem. Zentralblatt 1929 I. 92.
(4) Smuts, Mitchell, Hamilton, Journ. of biolog. chemistry 95. 283—95. 1932.
(5) Laclau, Marenzi, Brain, Comptes rendues de la Société de Biologie a Pàris. Bd. 104. pg. 419. 1930.
(6) A. Bickel, Naturgemäße Ernährung.
(7) Rahmsdorf, Biochem. Zeitschr. 276. 425. 1935.
(8) Kasper, Experiment. Untersuchg. über d. Eiweißnährwert versch. eiweißhaltiger Nahrungsmittel. Dissertation im hiesigen Laboratorium.
(9) Osuka, Biochem. Zeitschr. 244. 284. 1932.
(10) H. Kanitz, Biochem. Zeitschr. 249. 234. 1932.
— ebenda 257. 361. 1933.

Lebenslauf.

Die Verfasserin, Katharina Klapper, wurde am 18. Dezember 1906 als erstes Kind des am 5. Dezember 1914 bei Lodz gefallenen Königlichen Distriktskommissars und Reserve-Offiziers Alexius Klapper in Kiel geboren. Sie erwarb Ostern 1928 an dem Oberlyzeum des Kaiserin-Augusta-Viktoria-Lyzeums in Stettin das Zeugnis der Reife. Darauf war sie Diakonie-Schwester.

Die ärztliche Vorprüfung legte sie am 5. Mai 1933 in Berlin, die ärztliche Staatsprüfung am 28. März 1936 in Berlin mit der Note „Gut" ab.

Der gesamte Studiengang der Verfasserin stand unter dem Zeichen ausgeprägten Werkstudententums. Es waren ihr volle Honorarfreiheit und mehrere Stipendien gewährt worden.